

EFEITO AGUDO DO CONSUMO DA SPIRULINA MAXIMA NO DANO MUSCULAR INDUZIDO POR EXERCÍCIO EM ATLETAS CORREDORES DE ENDURANCE**Gisele Augusta Maciel Franca^{1,3}, Luciana Magalhães Grisi¹, Alexandre Sérgio Silva²****RESUMO**

O objetivo deste estudo foi investigar o efeito agudo do consumo de espirulina sob o dano muscular em atletas corredores. Participaram do estudo seis atletas corredores fundistas com idades entre 14 e 16 anos (15,2±1), que tinham mais de seis meses na prática desta modalidade. Eles realizaram quatro sessões de um treinamento de corrida de 8 a 10km com intensidade entre 60 e 85% da frequência cardíaca máxima, sob os seguintes procedimentos de suplementação: espirulina e carboidrato (ESP+HC), apenas carboidratos (PLA+HC), apenas espirulina (ESP+PLA) e placebo (PLA+PLA) e foram submetidos a coletas sanguíneas para mensuração da concentração sérica de creatinofosfoquinase (CPK) antes e após estes exercícios. Observou-se que o treinamento foi capaz de uma elevação de 297,5% na concentração sérica de CPK no procedimento placebo mais placebo, 22 horas após o treinamento. Este valor foi muito menor na situação placebo mais carboidrato (78,2%), mas foi ainda menor quando os atletas ingeriram espirulina junto com carboidratos (33,8%) e quando apenas espirulina foi ingerida (25,5%). Conclui-se que a administração de espirulina promove um efeito protetor contra a proteólise em corridas de 10Km. Pela primeira vez, ficou demonstrado que este efeito ocorre logo na fase aguda do treinamento.

Palavras chaves: espirulina, atletas, dano muscular.

1- Programa de Pós Graduação Lato Sensu em Nutrição Esportiva da Universidade Gama Filho – UGF.

2- Laboratório de Estudos do Treinamento Físico Aplicado ao Desempenho e à Saúde – LETFADS. Professor do Departamento de Educação Física da UFPB (DEF/CCS/UFPB).

3- Programa de Pós Graduação Stricto Sensu em Ciências da Nutrição da Universidade Federal da Paraíba – UFPB.

ABSTRACT

The Sharp Effect of Spirulina Maxima in the Muscular Damage Induced by Exercises in Endurance Runners Athletes

The objective of this study was to investigate the sharp effect of the spirulina consumption under the muscular damage in runners athletes. Six runners athletes with ages between 14 and 16 years (15.2 ± 1) with more than six months of practice in this modality participated in the study. They accomplished four sessions of a 8 to 10km race training with intensity between 60 and 85% of the maximum heart frequency, under the following supplementation procedures: spirulina and carbohydrate (ESP+HC), just carbohydrate (PLA+HC), just spirulina (ESP+PLA) and placebo (PLA+PLA) and underwent blood samples for measurement of serum creatine phosphokinase (CPK) before and after these exercises. It was observed that the training was able to elevate the sérica concentration of CPK to 297.5% in the placebo more placebo procedure, 22 hours after the training. This value was very smaller in the situation placebo more carbohydrate (78.2%), but it was even smaller when the athletes ingested spirulina with carbohydrates (33.8%) and when was just spirulina ingested (25.5%). It was concluded that the administration of spirulina promotes a protective effect against the proteolysis in races of 10 km. For the first time, it was demonstrated that this effect occurs once in the acute phase of the training.

Key words: Spirulina, athletes, muscle damage.

Endereço para correspondência: Av. Umbuzeiro, 431/401, Bairro Manaíra, CEP: 58038-180, João Pessoa-PB.
giselelela@yahoo.com.br,
lucianagrisi@yahoo.com.br,
ass974@yahoo.com.br.

INTRODUÇÃO

As últimas décadas têm sido marcadas pelo grande avanço no fenômeno do treinamento esportivo e pela presença de um vertiginoso aumento no número de competições. A questão de treinadores e pesquisadores da área foi aperfeiçoar métodos e técnicas que permitissem ao atleta manter suas altas performances por toda a temporada. A realidade atual mostra que as ciências do esporte obtiveram êxito neste desafio, a julgar pelo aumento da performance de atletas de todas as modalidades nestas últimas décadas (Almeida, Almeida e Gomes, 2000).

Entretanto, a grande carga de treinamento as quais os atletas são submetidos, pode repercutir em depleção importante de glicogênio muscular, com aumento das fontes de proteínas como substrato energético durante o exercício, o qual pode contribuir com uma parcela de 5-15% da energia total utilizada (Powers e Howley, 2000). Estas alterações no metabolismo protéico resultam em respostas catabólicas, principalmente diante de uma dieta insuficiente e inadequada de proteínas, carboidratos e calorias e pode contribuir para uma maior fadiga no treinamento, e, principalmente maior dificuldade de recuperação e depleção da atividade imunológica (Mcardle, Katch e Katch, 2003).

As tendências das ciências do esporte para responder a desafios como esse tem sido o uso de recursos nutricionais. A suplementação em atletas é necessária quando eles não apresentam uma dieta adequada, o que é comum de se encontrar no meio esportivo, pois, este equilíbrio entre dieta e exercício é difícil de ser atingido por causa das altas cargas de treinamento e competições (Franca, Grisi e Silva, 2007). Ao mesmo tempo, atletas modernos são estimulados a aumentar sua ingestão de proteínas, pelo fato de que isto poderia contrabalançar os processos proteolíticos advindos do treinamento (Lemon, Berardi e Noreen, 2002), e também porque vários estudos mostram efeito preventivo das proteínas (especialmente da glutamina) sobre o sistema imunológico e a síndrome do *overtraining* (Rhode, Maclean, Hartropp e

Petersen, 1996; Rogero, Mendes e Tirapegui, 2005).

A espirulina, a alga verde-azulada, está ganhando cada vez mais a atenção, por causa de suas propriedades nutricionais e medicinais. Apresenta alto teor de proteínas (65 a 70% do seu peso seco), contém todos os aminoácidos essenciais, é rica em vitaminas, minerais, ácidos graxos essenciais, apresenta cerca de 15% de carboidratos complexos e é rica em compostos antioxidantes (Thaakur, 2007).

A espirulina já tem sido estudada no âmbito da suplementação de pacientes com câncer, doenças cardiovascular, inibição da replicação do vírus HIV, gordura hepática, concentração de hemoglobina, concentração de lipídios séricos e em relação ao sistema imune (Hayashi, Katoh e Okuwaki, 1994). O fator econômico é outro aspecto que faz da espirulina algo merecedora de ser estudada. Esta alga apresenta uma alta taxa de reprodução, dividindo-se três vezes ao dia e tem recebido atenção especial pela possibilidade de ser utilizada como fonte protéica alternativa.

No âmbito esportivo os estudos são escassos. As evidências encontradas até o momento, apontam para redução de lesão muscular induzida por exercício físico em ratos (Huang e colaboradores, 2000) e em humanos (Lu e colaboradores, 2006) e o retardo da fadiga durante exercício de endurance, ambos investigando o efeito crônico da alga.

No entanto, o papel da espirulina como fonte nutricional diante das altas cargas de treino dos atletas modernos, particularmente na prevenção da proteólise ainda não tem sido investigado até o presente momento. Apesar disso, já tem sido observado atualmente uma grande comercialização da espirulina como suplemento nutricional para atletas, mesmo diante da escassez de dados científicos sobre o seu papel no esporte.

Diante disto, o objetivo deste estudo é avaliar o efeito agudo do consumo de Spirulina Maxima no dano muscular em atletas da modalidade de atletismo submetidos a uma corrida de 10km com intensidade 60-85% da frequência cardíaca máxima.

MATERIAL E MÉTODO

Tratou-se de um estudo experimental, realizado com atletas do gênero masculino da

modalidade de atletismo (n=6), entre 14 e 16 anos ($15,2 \pm 1,0$), que treinavam com uma frequência de no mínimo 6 vezes por semana. Quatro deles treinavam há mais de seis meses e dois há mais de dois anos.

Inicialmente, abordou-se o técnico da equipe para explicar-lhes sobre os objetivos da pesquisa. Os sujeitos foram selecionados de forma aleatória de acordo com os critérios amostrais e o técnico responsável foi solicitado a assinar o termo de consentimento livre e esclarecido, conforme resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

O estudo foi realizado após um período transitório de um mês, visto que os sujeitos deveriam estar sem efeitos do treinamento para evitar interferências nos resultados.

Preparação para o estudo

Os sujeitos foram submetidos a uma avaliação física, onde se avaliou o peso corporal, estatura e dobras cutâneas e realizou-se um recordatório alimentar de 24 horas (Fisberg e colaboradores, 2005). Para isto, foram utilizados uma balança digital Control II, Plena, Brasil, com capacidade de aferição de 150kg e graduação de 100g, um estadiômetro telescópico personal Sanny, Brasil, com capacidade de 110 a 204cm e precisão de 1 cm e um adipômetro científico Sanny, Brasil, com capacidade de 0 a 78mm e precisão de décimos de milímetros. Todas as medidas foram realizadas segundo as técnicas de aferição propostas por (Norton e Olds, 2000). Foram mensuradas as dobras cutâneas subescapular, abdominal, triptal e axilar média e adotou-se o protocolo de Forsyth e Sinning, (1973) específica para adolescentes atletas de 14 a 19 anos, para estimativa do

percentual de gordura corporal. O recordatório de 24 horas foi analisado através do programa NUTWIN (versão 1.5 – 2002). Sempre que necessário, foram obtidas informações adicionais na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO) (UNICAMP, 2004; versão 1).

Os sujeitos foram anteriormente orientados a durante todo o período de realização dos procedimentos de intervenção, a não praticarem qualquer exercício físico fora do momento da coleta de dados. Foram orientados ainda, a manterem sua dieta habitual e a realizarem sua última refeição até as 19 horas do dia anterior dos dias de coleta sanguínea, a fim de garantir um período de jejum de 12 a 14 horas.

Desenho do estudo

Os atletas realizaram quatro sessões de treinamento constituídas por uma corrida entre 8 e 10 quilometro sob os seguintes procedimentos de suplementação: espirulina e carboidrato (ESP+HC), apenas carboidratos (PLA+HC), apenas espirulina (ESP+PLA) e placebo (PLA+PLA) sendo estas sessões determinadas de forma aleatória. Eles foram submetidos a três coletas sanguíneas em cada um dos quatro procedimentos, sendo uma 70 minutos antes do treinamento, e as outras duas, com 2 e 22 horas depois de encerrado o treino. Essa amostra sanguínea foi utilizada para mensuração da concentração sérica de creatinofosfoquinase (CPK) em resposta ao treinamento com ou sem a suplementação de carboidrato e espirulina. Em seguida, consumiam um lanche, 30 minutos após consumiam a espirulina/placebo e seguidos 40 minutos, realizavam o exercício. O desing do estudo está demonstrado no quadro 1.

QUADRO 1: Desing do estudo.

	CS1	L	T1	T2	CS2	CS3
ESPIRULINA + CARBOIDRATO	Coleta sanguínea	Lanche	Espirulina	Carboidrato	Coleta sanguínea	Coleta sanguínea
PLACEBO + CARBOIDRATO	Coleta sanguínea	Lanche	Placebo	Carboidrato	Coleta sanguínea	Coleta sanguínea
ESPIRULINA + PLACEBO	Coleta sanguínea	Lanche	Espirulina	Placebo	Coleta sanguínea	Coleta sanguínea
PLACEBO + PLACEBO	Coleta sanguínea	Lanche	Placebo	Placebo	Coleta sanguínea	Coleta sanguínea

Revista Brasileira de Nutrição Esportiva

ISSN 1981-9927 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbne.com.br

CS1 – Coleta sanguínea inicial (em jejum)

L – Lanche

T1 – Administração da espirulina/placebo - 40' antes do exercício

T2 – Execução do protocolo de exercício + consumo de carboidrato/placebo

CS2 – Coleta sanguínea - 2h após o exercício

CS3 – Coleta sanguínea - 24h após exercício

Preparo da espirulina, carboidrato e placebos

A espirulina e o placebo foram preparados em forma de cápsulas, e foram elaboradas por uma Farmácia de Manipulação da cidade de João Pessoa – PB, sendo cada cápsula, constituída por 0,5g da substância. Na preparação do placebo foi utilizado talco farmacêutico em cápsulas semelhantes.

O carboidrato utilizado foi a maltodextrina, sendo 60g diluído em 750 ml de água para cada atleta, de modo que o preparo apresentou concentração de 8%. O placebo do carboidrato foi elaborado com o intuito de deixar a cor e o sabor semelhantes à maltodextrina. Para isso, foi constituído pela mesma quantidade de água, sendo adicionadas 21 gotas de adoçante artificial Stévia, o qual não apresenta calorias, e, 22 gotas de corante comestível de cor correspondente a cor do carboidrato utilizado.

Administração dos suplementos e desjejum

Inicialmente, realizou-se a coleta sanguínea dos sujeitos em jejum e em seguida foi oferecido um lanche constituído por torradas, geléia de fruta e maçã, constituídos por 25g de carboidratos simples e complexos e índice glicêmico de 56.

Após 30 minutos administrou-se a espirulina ou o placebo, sendo fornecidas por dia, 15 cápsulas por sujeito, perfazendo um total de 7,5g da substância. Após 40 minutos, iniciou-se o exercício físico, onde os atletas correram entre 8 e 10 km, e a cada 2 km foi oferecido ao sujeito uma garrafa de 750ml, contendo carboidrato ou placebo. Todos os sujeitos foram instruídos a ingerir todo o líquido durante o exercício, o que sobrava do conteúdo, foi ingerido imediatamente após o treino.

Procedimento de coleta e análise sanguínea

As coletas e análises sanguíneas foram realizadas por um Laboratório de Análises da cidade de João Pessoa-PB. As coletas aconteceram no próprio local de treinamento, por enfermeiros técnicos responsáveis. Para realização da coleta sanguínea, foram utilizados materiais descartáveis, colhidos 6ml de sangue de cada sujeito, acondicionados em tubos de ensaios e transportados para o laboratório. A primeira coleta sanguínea aconteceu em jejum e a segunda coleta ocorreu duas horas após o treinamento. A terceira coleta ocorreu no outro dia, sempre as 08:00h, sendo isto 22 horas após o treinamento do dia anterior.

A análise da CPK foi realizada por meio de espectrofotometria, através do aparelho Cobas Mira Plus, utilizando o kit BioSystems. O método utilizado foi o enzimático.

Protocolo de exercício

O protocolo de exercício consistiu de uma sessão de treinamento aeróbio, com intensidade entre 60 e 85% da frequência cardíaca máxima, realizado na pista de atletismo, com piso sintético, onde os atletas habitualmente treinavam. Nas quatro sessões de treinamento a temperatura oscilou entre 31,5 e 35,8 graus e a umidade relativa variou de 35 a 51,6%.

Todos os atletas estavam voltando de seus períodos transitórios que teve duração de 30 dias. Para evitar desgastes elevados e diferenciados entre um atleta e outro, a distância prescrita variou de 8 a 10km, dependendo do grau de fadiga apresentado pelos atletas. A partir do oitavo quilômetro, os atletas que apresentavam frequência cardíaca (FC) entre 80 e 85% da FC máxima foram instruídos a terminarem a sessão de treinamento. Os que apresentavam valor

Revista Brasileira de Nutrição Esportiva

ISSN 1981-9927 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbne.com.br

abaixo deste ponto foram solicitados a completar o percurso de 10km.

Análise estatística

Os dados da concentração sérica de CPK foram tratados por meio de estatística descritiva e diferenças entre os valores de repouso, e pós treino foram comparado por meio do teste de Wilcoxon, com nível de significância adotado de 5%. Além disso, a variação percentual (delta) foi calculada para se obter as diferenças de concentração entre os valores de repouso e as duas medidas pós-

exercício. Para isto foram utilizados os softwares Excel XP e o SPSS, versão 12.0.

RESULTADOS

Na tabela 1 pode-se observar os dados das características físicas e nutricionais dos sujeitos participantes do estudo. O valor calórico total (VCT) ingerido apresentou uma media de 2713,5kcal, o que representa 66% acima do valor calórico total recomendado (1797,5kcal).

TABELA 1: Características físicas e análise nutricional dos sujeitos.

Características	Médias
Idade (anos)	15,2±1
Massa corporal (kg)	59,3±3
Estatura (cm)	171,1±5,6
Gordura corporal (%)	5,3±2,1
Valor calórico total ingerido (kcal)	2713,5±347,4
Valor calórico total recomendado (Kcal)	1797,5±82,6
Carboidratos (g/kg/dia)	7,3±1,0
Proteínas (g/kg/dia)	2,2±0,7
Lipídeos (g/kg/dia)	0,9±0,3

(n=6)

A tabela 2 apresenta as concentrações séricas médias de CPK entre os momentos basais e após 2 e 22 horas de treinamento nos procedimentos espirulina mais placebo, placebo mais carboidrato, espirulina mais carboidrato e placebo mais placebo. Observou-se que em todos os quatro procedimentos, ocorreu aumento significativo da concentração sérica

de CPK. No entanto, a concentração de 24 horas pós-treino foi muito superior quando os atletas não ingeriram qualquer dos dois suplementos, e ao mesmo tempo atingiu a menor concentração na ocasião em os dois suplementos foram administrados durante o treino.

Tabela 2: Concentração sérica média de CPK em estado basal (70 minutos antes do treino), duas horas após o treino (pós 2h) e 22 horas após o treino (pós 22).

Procedimento	Basal	Pós 2h	Pós 24h
ESPIRULINA + CARBOIDRATO	365,8*	474,8*	489,7*
PLACEBO + CARBOIDRATO	316,2*	430,8	563,3*
ESPIRULINA + PLACEBO	519,3*	709,7*	652,0
PLACEBO + PLACEBO	241,8*	326,0*	961,2*

Os asteriscos indicam diferenças estatísticas entre os valores de 2 e 22 horas pós-treino, comparados com os valores basais (n=6). *p<0,05.

Ressalte-se da tabela 2, que houve grande diferença nas concentrações basais de CPK nos quatro procedimentos, de modo que os valores de 22 horas podem ter sido

influenciados por estas concentrações basais. Para permitir uma análise da variação da CPK, levando em conta este fenômeno, utilizou da variação percentual da CPK. Isto é mostrado

Revista Brasileira de Nutrição Esportiva

ISSN 1981-9927 *versão eletrônica*

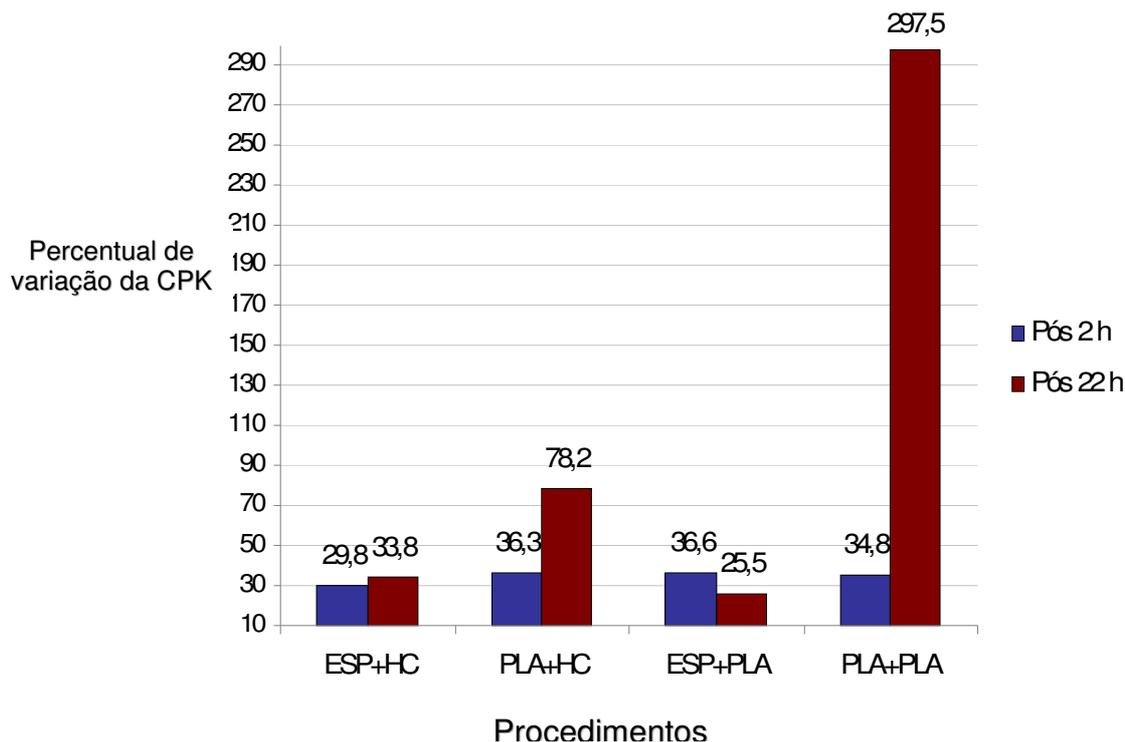
Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbne.com.br

no gráfico 1, onde se observa que a menor variação da CPK novamente continuou ocorrendo na situação onde espirulina e carboidrato foram suplementados conjuntamente durante o treino. Enquanto

isso, a variação nos dias em que os atletas correram sem qualquer suplementação apresentou um aumento da CPK 22 horas após o treino.

Gráfico 1: Variação percentual dos valores de CPK 2h pós-treino e 22h pós-treino, em relação ao valor basal.



Embora os valores absolutos de CPK na situação em que a suplementação foi feita apenas com espirulina, conforme observado na tabela 2, a variação percentual nas primeiras duas horas pós treino foi similar à situação de suplementação de espirulina mais carboidrato, e ainda foi o único caso em que a concentração de CPK não aumentou das 2 para as 22 horas pos treino (Gráfico 1). Observa-se ainda neste gráfico que, embora no procedimento com administração de carboidrato apenas tenha ocorrido um aumento percentual bem inferior a situação sem qualquer suplementação, esta variação ainda foi bastante superior ao procedimento de espirulina adicionado de carboidrato.

Estes dados em conjunto, informam que a administração de espirulina promove um efeito bastante protetor contra a proteólise em corridas de 10Km em atletas de atletismo

(medida pelo aumento da concentração sérica de CPK). Informa ainda que o carboidrato também oferece esta proteção, mas que a combinação de carboidrato com espirulina é mais protetora que apenas o carboidrato.

DISCUSSÃO

Características antropométricas e nutricionais dos atletas

Os sujeitos apresentaram um percentual de gordura médio (5,3%), aquém do valor mínimo preconizado (6%) para esta modalidade esportiva (Wilmore e Costill, 2001). A fim de otimizar o desempenho é comum jovens atletas desta modalidade, esforçar-se para manter uma menor massa e

gordura corporal, o que pode aumentar o risco de retardo de crescimento e maturação corporal, redução da densidade óssea e transtornos alimentares (Meyer, 2007).

Observou-se uma dieta hipercalórica, com equilíbrio na ingestão dos macronutrientes, porém com algumas falhas de procedimentos que podem interferir na performance do treinamento e adequada utilização dos substratos como fonte de energia durante os treinos. Isto ocorreu particularmente na ausência da ingestão de carboidratos antes e depois dos treinos e reidratação insuficiente durante os treinos. Além disso, se observou grandes períodos de jejum, com inadequado fracionamento da dieta.

Efeitos dos carboidratos e da espirulina no exercício

Os dados deste estudo estão dentre os primeiros a trazer informações dos efeitos da suplementação de espirulina relacionando humanos e exercício físico. Estes poucos estudos anteriores investigaram apenas os efeitos crônicos desta substância, ao passo que no presente estudo, a espirulina foi investigada em resposta a uma única sessão de treinamento e em uma única dose.

Um estudo realizado com ratos alimentados com uma dieta padrão e à base de espirulina, com o objetivo de investigar as respostas metabólicas agudas ao exercício, concluiu que a proteína da dieta pareceu influenciar aspectos do metabolismo glicídico (Rogatto, 2004).

Em humanos, o único estudo encontrado tratou da investigação dos danos musculares induzidos por um teste de esforço máximo pelo protocolo de Bruce com sujeitos previamente sedentários antes e após 3 semanas de consumo de espirulina.

Os resultados indicaram uma atividade protetora da espirulina sobre o dano muscular (Lu e colaboradores, 2006). Cabe ressaltar que este estudo é único, que os sujeitos da amostra não eram atletas ou mesmo praticantes de exercício físicos recreativos e ainda que o teste de esforço de Bruce não caracteriza uma sessão atípica de treinamento. Deste modo, os dados deste estudo não lançam muita luz sobre os efeitos da espirulina na proteção da proteólise em

uma sessão típica de treinamento, seja para atletas ou praticantes recreativos.

O presente estudo mostrou um efeito protetor da suplementação de carboidratos durante o exercício sobre o dano muscular. A grande maioria dos estudos precedentes que investigam a suplementação de carboidratos durante o exercício, foca o aspecto do retardamento da fadiga (Patterson e Gray, 2007). Entretanto, alguns estudos mais recentes têm demonstrado que a suplementação de carboidratos também contribui para a minimização da proteólise durante treinamento de duração prolongada. No entanto, ficou evidente que a suplementação de espirulina aumenta o efeito protetor contra a proteólise. E mesmo a utilização apenas de espirulina (sem consumo de carboidratos), promove proteção comparável à administração apenas de carboidratos isoladamente.

Este estudo foi propositadamente realizado com atletas que voltavam de seus períodos transitórios, para que as cargas de treinamento anteriores não tivessem efeito de variável interveniente no estudo. Se por um lado isto trouxe uma vantagem metodológica para o estudo, por outro lado, mantém a lacuna quanto aos efeitos protetores sobre atletas que já estariam com um tecido muscular melhor condicionado e mais protegidos dos efeitos catabólicos das cargas de treino.

Possíveis mecanismos que explicam os efeitos anticatabólicos

A espirulina é rica em antioxidantes, vitaminas, proteínas, minerais e ácidos graxos essenciais. Apresenta um teor protéico em torno de 60-70% do seu peso seco, contém todos os aminoácidos essenciais, particularmente o complexo BCAA. Dos micronutrientes presentes, destacam-se vitamina B12, beta-caroteno, zinco, manganês, ferro, selênio, cobre e o ácido gama-linolênico (Thaakuri e Jyothi, 2007).

Dentre estes componentes da espirulina, o que parece ter maior relação com a proteção contra a proteólise é o alto teor de proteínas. Dados precedentes indicam que alguns aminoácidos podem ter efeito anticatabólico durante o exercício. Dentre estes se destacam os BCAA's (Matsumoto e colaboradores, 2007; Thomas e

colaboradores, 2007; Shimomura e colaboradores, 2004). Estes estudos mostram que o BCAA tem propriedade de retardar a fadiga em atividade de grande intensidade e duração. Quando ingeridos antes dos treinos são preferencialmente utilizados como fonte de energia quando os estoques de glicogênio são depletados, minimizando assim a utilização do próprio tecido muscular como substrato energético.

A glutamina também tem sido investigada quanto a seus efeitos agudos no exercício. Estes estudos indicam que a suplementação prévia minimiza a supressão da atividade imunológica durante o treinamento, o que pode contribuir na manutenção da massa muscular em treinamentos muito intensos e prolongados. Tem participação crônica, no sentido de que a manutenção da atividade imunológica em bom estado após o treino contribui para preservação da massa muscular a longo prazo e prevenção do *overtraining* (Lagranha e colaboradores, 2007).

O exercício intenso pode induzir a peroxidação lipídica conduzindo a problemas como a inativação de enzimas de membrana celular, necrose das fibras musculares, liberação de enzimas celulares para o sangue, diminuição da efetividade do sistema imune e progressão de doença crônico-degenerativa. Um aumento da atividade sérica de enzimas como creatina quinase (CK), lactato desidrogenase (LDH) e aspartato aminotransferases (AST) tem sido usada como marcador de lesão tecidual (Finaud, Lac e Filaire, 2006). O alto teor de antioxidantes presentes na espirulina pode oferecer proteção contra as conseqüências da ação dos radicais livres, minimizando assim, o processo de peroxidação lipídica (Estrada, 2001).

Apesar de todas estas argumentações, deve ser ressaltado que este é apenas um primeiro estudo a lançar luz sobre os efeitos da espirulina em termos de proteção aguda contra a proteólise. Outro aspecto que deve ser ressaltado é que os dados deste estudo mostraram que as concentrações de CPK antes dos quatro procedimentos foram muito diferentes entre si. Por isso, todas as informações trazidas aqui são baseadas apenas na variação percentual desta enzima, conforme mostrado no gráfico 1.

Isto indica a necessidade de muitos outros estudos, para melhor confirmar estes achados. Estes estudos devem utilizar outras ferramentas para mensuração do dano muscular, como outras enzimas (LDH e aldolase), bem como outros marcadores que tem sido recentemente implementados nestes tipos de estudo, como as concentrações séricas de proteína C reativa e DNA (Thomas e colaboradores, 2000; Ogonovszky, 2005). Isto é particularmente importante porque, mesmo diante da ausência de um corpo de evidência apontando os efeitos ergogênicos desta substância, já existem muitos suplementos sendo comercializados, prometendo benefícios para atletas como retardo de fadiga e proteção contra câimbras, apesar de nada disso ter sido evidenciado nos estudos precedentes.

Perspectivas para o uso da espirulina

A espirulina é a única entre as algas que apresenta uma história de utilização segura. No México, seu consumo acontece desde cinco séculos atrás, da mesma forma que os povos indígenas, que as consomem até hoje. Nos últimos 20 anos, milhões de pessoas em todo o mundo têm introduzido a espirulina como um complemento alimentar (Thaakuri e Jyothi, 2007). Podem-se destacar algumas vantagens da espirulina em relação às demais algas, pois, apresenta paladar agradável, não apresenta problemas na sua digestão e nem toxicidade aparente em humanos (Rogatto, 2004).

Outra vantagem da utilização desta alga é em relação ao aspecto econômico. Uma área destinada ao cultivo de espirulina pode produzir 125 vezes mais proteína que a mesma dimensão voltada ao cultivo de milho ou 70 vezes mais, do que voltada a criação de gado (Rogatto, 2004).

Isto confere a este suplemento uma dimensão sócio econômica importante, uma vez que são muitos os atletas que possuem baixa renda familiar e carência de aporte nutricional ou mesmo impossibilidades de utilizar alguns suplementos disponíveis comercialmente que apresentam custo elevado.

Em conjunto, os dados trazidos por este estudo mostram que a espirulina se apresenta como uma substância que merece ser investigada no âmbito esportivo.

Revista Brasileira de Nutrição Esportiva

ISSN 1981-9927 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbne.com.br

Portanto conclui-se que a administração de espirulina promove um efeito protetor contra a proteólise em corridas de 10 quilometro, e pela primeira vez, ficou demonstrado que este efeito ocorre logo na fase aguda do treinamento.

REFERÊNCIAS

- 1- Almeida, H.F.R.; Almeida, D.C.M.; Gomes, A.C. Aspectos multidimensionais da forma desportiva: uma óptica contemporânea. *Revista Treinamento Desportivo*. v.5, n.2, 2000.
- 2- Estrada, J.E.P.; Besco's, P.B; Fresno, A.M.V. Antioxidant activity of different fractions of *Spirulina platensis* protean extract. *II FÁRMACO*. V.56, p.497-500, 2001.
- 3- Finaud, J.; Lac, G.; Filaire, E. Oxidative Stress Relationship with Exercise and Training. *Sports Medicine*. v.36, n.4, p.327-358, 2006.
- 4- Fisberg, R.M.; Slater, B.; Marchioni, D.M.L.; Martini, L.A. Inquéritos alimentares: métodos e bases científicas. Barueri, SP: Manole, 2005.
- 5- Franca, G.A.M; Grisi, L.M.; Silva, A.S. Nutricional profile of many modalities athletes of the city of João Pessoa PB that compete in a national level. *Journal of the International Federation of Physical Education*. v. 77, p.188-191, 2007.
- 6- Hayashi, O.; Katoh, T.; Okuwaki, Y. Enhancement of antibody production in mice by dietary *Spirulina platensis*. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*. v. 40, n. 5, p. 431-441, 1994.
- 7- Huang, L.X.; Lu, X.C.; Yang, B. Effects of *Spirulina platensis* on exercise induced muscle damage in rats. *Journal of Sports Sciences*. v.20, n.2, 2000.
- 8- Lagranha, C.J.; e colaboradores. The effect of glutamine supplementation and physical exercise on neutrophil function. *Amino Acids*, 2007.
- 9- Lemon, P.W.R.; Berardi, J.M.; Noreen, E.E.; The role of protein and amino acid supplements in the athlete's diet: does type or timing of ingestion matter? *Current Sports Medicine Reports*. v.4, 2002.
- 10- Lu, H.K.; Hsieh, C.C.; Hsu, J.J.; Yang, Y.K.; Chou, H.N. Preventive effects of *Spirulina platensis* on skeletal muscle damage under exercise induced oxidative stress. *European Journal of Applied Physiology*. v.98, 2006.
- 11- Matsumoto, K.; e colaboradores. Branched-chain Amino Acids and Arginine Supplementation Attenuates Skeletal Muscle Proteolysis Induced by Moderate Exercise in Young Individuals. *International Journal of Sports Medicine*. v.28, p.531- 538, 2007.
- 12- Mcardle, W.D.; Katch, F.I.; Katch, V.L. *Fisiologia do Exercício: energia, nutrição e desempenho humano*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.
- 13- Meyer, F.; O'connor, H.; Shirreffs, S.M. Nutrition for the young athlete. *Journal of sports sciences*. v. 25, n.1, p.73-82, 2007.
- 14- Norton, K.; Olds, T. *Antropometrica*. Argentina: Biosystem, 2000.
- 15- Ogonovszky, H.; e colaboradores. The effects of moderate, strenuous, and overtraining on oxidative stress markers and DNA repair in rat liver. *Canadian Journal of Applied Physiology*. v.30, n.2, p.186-95, 2005.
- 16- Patterson, S.D.; Gray, S.C.; Carbohydrate-gel supplementation and endurance performance during intermittent high-intensity shuttle running. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. v.17, n.5, p.445-55, 2007.
- 17- Powers, S.K.; Howley, E.T. *Fisiologia do Exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho*. São Paulo: Manole, 2000.
- 18- Rogatto, G.P.; e colaboradores. Influência da ingestão de espirulina sobre o metabolismo de ratos exercitados. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. v.10, n.4, 2004.
- 19- Rogero, M.M.; Mendes, R.R.; Tirapegui, J. Aspectos neuroendócrinos e nutricionais em atletas com overtraining. *Arquivos Brasileiros*

Revista Brasileira de Nutrição Esportiva

ISSN 1981-9927 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbne.com.br

de Endocrinologia e Metabologia. v.49, n.3, p.359-68, 2005.

20- Rohde, T.; Maclean, D.A.; Hartropp, A.; Petersen, B.F. The immune system and serum glutamine during a triathlon. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. v.74, n.5, 1996.

21- Shimomura, Y.; Murakami, T.; Nakai, N.; Nagasaki, M.; Harris, R.A. Exercise Promotes BCAA Catabolism: Effects of BCAA Supplementation on Skeletal Muscle during Exercise. *The Journal of Nutrition*, v.134, n.6, p.1583-1587, 2004.

22- Thaakur, S.R.; Jyoth, B. Effect of spirulina maxima on the haloperidol induced tardive dyskinesia and oxidative stress in rats. *Journal of Neural Transmission*. v.114, n.9, p.1217-25, 2007.

23- Thomas, S.J.; Cooney, T.E.; Thomas, D.J. Comparison of exertional indices following moderate training in collegiate athletes. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. V.40, n.2, p.156-61, 2000.

24- Thomas, C.; e colaboradores,. Effects of a Supplementation during Exercise and Recovery. *International Journal of Sports Medicine*. v.28, p.703-712, 2007.

25- Wilmore, J.H.; Costil, D.L. *Fisiologia do esporte e do exercício*. Barueri-SP: Manole, 2001.

Recebido para publicação em 20/01/2008

Aceito em 26/02/2008